

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**

**FACULTAD DE VETERINARIA**

**UNA ALTERNATIVA PARA EL AUTOINJERTO OSEO EN CANINOS  
EL 5° HUESO METATARSIANO**

**Por**

**Enrique CUETO ROSTOM**

**TRABAJO FINAL presentado como uno de  
los requisitos para obtener el título de Doctor  
en Ciencias Veterinarias  
(Orientación Medicina Veterinaria)**

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2005**

032 TG

**Una alternativ**

*Cueto Rostom, Enrique*



FV/26581

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Página</b>
PAGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
1. <u>RESUMEN</u> .....	1
2. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	2
3. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	3
3.1. FUNCIÓN DE LOS INJERTOS.....	3
3.2. TIPOS DE INJERTOS.....	4
3.3. FUCIOLOGÍA FUNCIONAL.....	4
3.3.1 <u>Inflamación</u> .....	4
3.3.2 <u>Vascularización</u> .....	4
3.3.3 <u>Osteoconducción y osteoinducción</u> .....	5
3.3.4 <u>Fase mecánica</u> .....	6
4. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	7
5. <u>RESULTADOS</u> .....	8
6. <u>DISCUSIÓN</u> .....	9
7. <u>CONCLUSIONES</u> .....	10
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	11

TRABAJO FINAL aprobado por:

Presidente de Mesa:

\_\_\_\_\_  
Prof. Titular del Dpto de Pequeños Animales  
Dr. Álvaro Hernandez

Segundo Miembro (Tutor):

\_\_\_\_\_  
Prof. Asistente Grado I del Dpto. de Pequeños Animales  
Dra. Daniela Izquierdo

Tercer Miembro:

\_\_\_\_\_  
Prof. Adjunto del Dpto. de Pequeños Animales  
Dr. Gabriel Semiglia

Fecha:

\_\_\_\_\_

Autor:

\_\_\_\_\_  
Enrique Cueto Rostom

## **AGRADECIMIENTOS**

1. Al Dr. Richard Möller quien me guió en el transcurso del todo mi trabajo.
2. Al Departamento de Pequeños Animales por permitir la realización de este trabajo y el apoyo brindado.
3. Al equipo de imaginología de la Facultad de Veterinaria por su gran aporte técnico.
4. A todos mis compañeros de quirófano quienes me ayudaron en las diferentes intervenciones quirúrgicas y especialmente a Daniela Izquierdo por su colaboración además en la escritura del trabajo.
5. A mi familia por su incondicional apoyo, especialmente a Ana y Gabriela por su aporte en las traducciones y la escritura.

## **RESUMEN**

El presente estudio se realiza para testar el V hueso metatarsiano como autoinjerto. Se seleccionan 18 perros con fractura de fémur los cuales ingresan al Hospital de la Facultad de Veterinaria. Dichos pacientes se someten a la ostectomía del V hueso metatarsiano ipsilateral al miembro fracturado, a este hueso se le coloca un calvo de Steinmann por su canal medular y posteriormente se introduce en el canal medular del fémur. La rotación de los cabos fracturarios se estabiliza por medio de fijación esquelética externa, la cual en lo posible no involucra al autoinjerto. La evolución del paciente se evalúa clínica y radiológicamente, no habiendo evidenciado problemas relacionados al injerto en ninguno de ellos. Los pacientes apoyan el miembro 6 a 12 semanas postcirugía y clínicamente no se ven afectados por la falta del V hueso metatarsiano. Debido a esto se concluye que la injertación es exitosa y resulta una excelente opción en fracturas de fémur en las cuales existe un defecto óseo importante.

## **SUMMARY**

This study is performed in order to test the V metatarsal bone as an autograft. It is selected 18 dogs with femoral fracture that enter to the Hospital of the University. These patients undergo an ostectomy of the V metatarsal bone ipsilateral of the fracture limb bone; in this bone it is put a Steinmann pin in its medullar canal and after that it is put into the medullar canal of the femur. The rotation of the fractured parts is stabilized by eskeletal external fixation, that does not involve the autograft. The evolution of the patient is evaluated clinically and radiographycally, without evidence of problems related to the graft in any of them. The patients lean the limb on the floor in 6 to 12 weeks postsurgery and clinically they are not affected by the lack of the V metatarsal bone. Due to these facts, it is concluded that the graft tecnique is succesfull and it is an excellent option in femur fractures which have important osseous defects.

## INTRODUCCION

La injertación ósea no es exclusiva del siglo vigente. En 1668, un cirujano holandés, Job van Meekeren, comunicó un procedimiento en el cual transplantó un fragmento de cráneo canino a un humano (Weigel, 1996). Luego en 1820 en Alemania Phillips von Walter realiza el primer autoinjerto clínico de hueso en personas (Chase y Herndon, 1955). El autoinjerto experimental de hueso en conejos y perros fue ensayado por Frechman Ollier en 1867. El primer aloinjerto clínico fue ejecutado en 1880 por William Macewen, un escocés (Macewen, 1881). A fines del siglo XIX en Alemania un investigador llamado Curtis propuso el trasplante de hueso vascularizado vivo, pero esto fue hecho realidad en la década del 60' cuando se desarrollaron técnicas quirúrgicas microvasculares. Más recientemente se introdujo el concepto de la inducción ósea y el descubrimiento de la BMP (Deboer, 1988).

La injertación ósea se transformó en rutina en la mayoría de las reparaciones de fracturas en pequeños animales, desde el empleo de tejido óseo esponjoso en fracturas distales de cúbito y radio en perros de razas toy, hasta el relleno de grandes defectos óseos con hueso cortical segmental luego de realizar osteotomías debidas a tumores óseos o fracturas conminutas.

Para una comprensión mejor del tema a tratar, es imprescindible definir la terminología utilizada comunmente en el campo de la transplantología ósea.

Un trasplante es un procedimiento quirúrgico de transferencia de un órgano o tejido viable vascularizado de un dador a un receptor. Un ejemplo de esto es el peroné.

Cuando nos referimos al hueso, como tejido u órgano a injertar, debemos saber que se trata de un material con contenido tisular viable, pero sin pedículo vascular, en cuyo caso hablamos de injerto, y por lo contrario, no viable, usando en este caso el nombre implante (Zunino, 1994).

A su vez los injertos se diferencian por su origen. Un autoinjerto es un hueso transferido desde un sitio dador a otro receptor en el mismo individuo. Como la composición genética del donante y del receptor es idéntica, no se producen reacciones inmunes. Un isoinjerto es una transferencia entre dos individuos que tienen composición genética idéntica, por ejemplo gemelos idénticos. Un aloinjerto es el hueso transferido desde un individuo hasta otro de la misma especie. Este tipo de injerto induce mayor respuesta inmune debido a los antígenos celulares extraños del injerto y a la reacción inmunológica del huésped. Un xenoinjerto comprende no solo individuos de genéticas diferentes sino también de especies disímiles. Aquí la distancia genética y el potencial para el rechazo son máximos (Weigel, 1996).

Los injertos óseos se describen también sobre la base de su composición y así tenemos entre los más comunmente usados al esponjoso, el cortical y el corticoesponjoso.

Los injertos óseos pueden ser recogidos frescos y utilizados de inmediato o se los puede preservar mediante congelación, congelación/desecación, preservación química, irradiación o tratándose con autoclave (Sinibaldi, 2004).

Hasta el momento no hemos encontrado trabajos referentes al uso del V hueso metatarsiano como autoinjerto. Esto sumado a las ventajas que presentan los autoinjertos, tales como bajo costo, fácil obtención, disponibilidad en el mismo individuo, ausencia de problemas de histocompatibilidad y transferencia de enfermedades, nos llevó a testar al V hueso metatarsiano como autoinjerto.

## **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **3.1. FUNCIÓN DE LOS INJERTOS**

Los injertos óseos realzan la cicatrización ósea brindando una fuente osteogénica, osteoinductora, osteoconductora y soporte mecánico (Sinibaldi, 2004; Fitch y col., 1997).

La osteogénesis se da mediante el transplante de células viables que continúan formando hueso nuevo (McLaughlin y Roush, 2000; Fitch y col., 1997; Del Carlo y col., 1994; Gray y Elves, 1981) o induciendo la formación de células osteoprogenitoras a partir del tejido circundante (Millis y Martinez, 2002; Kerry y col., 1999; Bostrom y Camacho, 1998). Este proceso se conoce como osteoinducción, es un proceso activo de diferenciación de las células mesenquimales hacia la línea osteogénica ante estímulos de cierta fracción proteica proveniente de la matriz ósea implantada (Zunino, 1994). La fracción responsable de la osteoinducción, conocida como BMP (Bone Morphogenetic Protein) (Urist, 1980), se comporta como un verdadero morfógeno, determinante de la transformación de las células de la línea monocitomacrofágica del receptor en células osteoprogenitoras, capaces de formar tejido óseo (Zunino, 1994).

Posteriormente otros factores bioactivos como citocinas (Gowen y Murdy, 1986), prostaglandina E, interleucina-1 (Gowen y Murdy, 1986; Thompson, 1986), factor  $\beta$  transformador del crecimiento (Centrella, 1987; Triffitt, 1987), factor de crecimiento plaquetario (Nemeth, 1988), prostaglandina E2 (Tashjian, 1982), factor de necrosis tumoral e insulina como factor de crecimiento (Stevenson, 1999; Stevenson 1998), también estimulan a los osteoblastos, osteoclastos, células endoteliales, fibroblastos y otras células a realizar diversas tareas en la producción de neohueso (Gowen, 1985). Las células mesenquimales son recluidas del sitio receptor desde la médula, periostio, endosito y tejido conectivo (Stevenson, 1999). La osteoconducción es el proceso tridimensional en el que crecen capilares, tejido perivascular y células mesenquimales con el resultante crecimiento de hueso nuevo desde el hospedero hacia los espacios porosos o alrededor del injerto (Stevenson, 1999); el injerto provee un andamio para este crecimiento (Burchardt, 1987). Se trata de un proceso pasivo de crecimiento del hueso a partir del lecho receptor (Zunino, 1994).

El primero en describir este proceso fue Phemister y lo llamó sustitución gradual (creeping substitution) (Kerry y col., 1999; Stevenson, 1993).

Otra de las funciones de los injertos es el soporte mecánico, ésta por lo general se da en el caso de injertos corticales y brinda al defecto óseo relleno y sostén (Millis y Martinez, 2002).

Estas propiedades (osteogénesis, osteoinducción, osteoconducción y soporte mecánico) van a variar dependiendo del tipo de injerto a utilizar.

### **3.2. TIPOS DE INJERTOS**

Dentro de los injertos más utilizados en cirugía veterinaria para su uso como autoinjertos corticoesponjosos tenemos a la cresta ilíaca y las costillas (McLaughlin y Roush, 2000), también se ha reportado el uso del cúbito proximal (Touminen y col., 2000) y distal, y el peroné (Johnson y Hulse, 2004) pero su uso no es muy habitual.

La cresta ilíaca es un sitio de fácil acceso y obtención, el problema que existe es que el trozo de hueso que se cosecha es plano y difícil de incorporar en defectos segmentarios de huesos largos. Por lo tanto este tipo de injerto es ideal para unir articulaciones y estabilizarlas (Stevenson, 1993).

Ya en el año 1966 se utilizaron las costillas como autoinjertos para proveer soporte mecánico a fracturas conminutas, pero además se notó cierta actividad de crecimiento (Walker, 1966). Las costillas son huesos más versátiles y pueden ser usados como fragmentos únicos. El injerto puede ser cosechado desde cualquier costilla siendo más accesibles la novena y la décima en su porción distal, proximal a la unión condrocostal (Stevenson, 1993; Walker, 1966). Si bien las costillas craneales son más derechas, su obtención es más engorrosa y generalmente se provoca una hemorragia debido al corte del músculo latissimus dorsi cerca de su origen (Walker, 1966). Aunque no es muy común, se debe tener cuidado de no ingresar en el espacio pleural, de todas maneras es conveniente tener al animal con intubación endotraqueal (Del Carlo y col., 1994). Otra complicación es el dolor asociado al sitio de recolección, que con frecuencia es mayor al observado cuando se cosecha hueso del esqueleto apendicular (Sinibaldi, 2004).

### **3.3 FISIOLÓGÍA FUNCIONAL**

Cuando se habla de injertos óseos, en vez de utilizar la palabra consolidación, como en el caso de las fracturas, utilizamos el termino incorporación, ya que el proceso de formación de hueso nuevo del huésped en las superficies del injerto nunca se resuelve por completo (Stevenson, 1993).

#### **3.3.1 Inflamación**

Es el primer fenómeno notado cuando se realiza un autoinjerto óseo. Se caracteriza por la invasión de linfocitos, plasmocitos y osteoclastos acompañada por una escasa reacción fibroproductiva. La inflamación es máxima durante la primera semana. (Zunino, 1994).

#### **3.3.2 Vascularización**

La presencia de brotes vasculares que empiezan a infiltrar el lecho del injerto se observan a partir del quinto o sexto día. Ya en la segunda semana se aprecia tejido de granulación asociado al aumento de la actividad osteoclástica (Zunino, 1994). El tejido de granulación joven es ricamente vascularizado y envuelve completamente los injertos, llenando el espacio existente entre éste y el lecho receptor (Junqueira y col., 1994).



Durante esta fase de incorporación del injerto, el sistema inmunológico del huésped se vuelve sensible a los antígenos del donante. Los autoinjertos no provocan respuesta inmunológica (Johnson y Hulse, 2002).

En las zonas periféricas del injerto, se observan lagunas óseas vacías por la autólisis osteocítica, acompañada por invasión de macrófagos que se van a encargar de fagocitar los restos de tejido óseo necrosado (Junqueira y col., 1994; Zunino, 1994).

Antes del fin de la segunda semana los capilares sanguíneos comienzan a invadir el tejido óseo injertado, a través de los canales de Volkmann y de Havers, llenando también los espacios medulares vacíos, siendo acompañados por elementos celulares mesenquimales (Zunino, 1994).

Hasta aquí el proceso de reparación de los injertos cancelosos y corticales responden a un mismo patrón, pero la revascularización, el mecanismo de incorporación y el grado alcanzado de reparación final serán más limitados en los injertos corticales (Zunino, 1994).

La vascularización es el paso decisivo en el proceso de reparación. Sin la penetración vascular no comenzará la osteogénesis (Olds, 1981). Si la vascularización es satisfactoria al comienzo se inicia la osteogénesis, si más tarde se bloquea la perfusión, cesará la formación de hueso. (Gambardella, 1979). El nivel de incorporación de un injerto depende del grado de vascularización (Burchardt, 1983). Los factores que afectan la vascularización son: el tipo de injerto, la naturaleza del lecho receptor y la estabilidad del injerto con el hueso circundante (Weigel, 1996). Si las circunstancias son favorables, ya a los 2 días de realizada la injertación se pueden apreciar neovasos si (Johnson y Hulse, 2004; Ray, 1972). En los injertos corticales esto sucede con mucha más lentitud, porque los vasos no penetran hasta el sexto día postransplante y no se completa hasta 1 o 2 meses (Burchardt, 1983).

### **3.3.3 Osteoinducción y osteoconducción**

A partir de la segunda semana las células mesenquimales comienzan a diferenciarse hacia la línea osteogénica. En los injertos cancelosos las células osteogénicas son capaces de producir precozmente, previa transformación osteoblástica, depósitos de tejido osteoide sobre las trabéculas óseas necróticas del injerto (Zunino, 1994).

En los injertos corticales la formación de hueso ocurre solo luego de la resorción osteoclástica (Bostrom y Camacho, 1998; Zunino, 1994); está en su inicio es periférica, pero luego, entre los 30 y 60 días expande las cavidades haversianas, aumentando su largo (Junqueira y col., 1994). En principio la reabsorción osteoclástica ocasiona cierta debilidad mecánica del injerto (Stevenson, 1993). Entre los 90 y 120 días se nota osteogénesis difusa con puentes óseos que llenan la interfase del injerto y lecho receptor (Junqueira y col., 1994). En relación a la resorción del hueso cortical, a las dos semanas de efectuado el injerto, pudo verse que era bastante superior a la del hueso normal, aumentando hasta la sexta semana y decreciendo gradualmente, hasta niveles normales al cabo de un año (Enneking y col., 1975; Burwell, 1969).

### **3.3.4. Fase mecánica**

La vascularización de un injerto óseo depende de la estabilidad global del injerto y el hueso del huésped. La inestabilidad ósea destruye los brotes vasculares más delicados cuando intentan penetrar en el hueso. La distensión transversa sobre un brote vascular que está por penetrar los espacios abiertos de un injerto canceloso no es tan elevada como la soportada por los vasos que pretenden ingresar a un estrecho canal haversiano en un injerto cortical. Como resultado, los injertos de hueso canceloso no requieren *per se* una estabilidad rígida (Weigel, 1996), sin embargo, los injertos corticales sí deben tenerla (Phillips y col., 1988; Phillips y Rahn, 1988). A pesar de esto se ha postulado que la presión mecánica añadida a la unión huésped-injerto puede estimular la formación de hueso (Burchardt, 1983). Debe tenerse en cuenta que los injertos se remodelan en respuesta a los mismos estímulos que el hueso normal (Ley de Wolff) (Kushner, 1940). Un injerto subcutáneo o superficial, con frecuencia se reabsorbe sin ninguna o poca aposición de hueso nuevo (Berggren y col., 1982), por que el injerto no sufre tensión mecánica. Por el contrario, cuando un injerto se coloca para que sirva de soporte de un defecto óseo de gran longitud, se remodela de manera similar al segmento reemplazado, tanto espacial como temporalmente (Stevenson, 1993).

Ya que no hemos encontrado literatura referente al uso del V hueso metatarsiano como autoinjerto optamos por realizar este estudio. La elección de dicho hueso se justifica debido a que la mayor parte de las fuerzas transmitidas por el miembro la soportan el III y IV hueso metatarsiano (Busdberg, 1996). Quisimos utilizar un autoinjerto porque su obtención es accesible desde todo punto de vista, además, en medicina veterinaria no se cuenta con un banco de injertos que los proporcione.

La otra posibilidad que poseíamos era utilizar aloinjertos óseos obtenidos de cadáveres, pero debido a que varios autores comunicaron que los autoinjertos son más beneficiosos que los aloinjertos optamos por el uso del V hueso metatarsiano. Los autoinjertos contienen células viables lo que explicaría por qué se incorporan más rápidamente que los aloinjertos (Kerry y col., 1999).

Además problema de los aloinjertos es que necesitan descalcificación parcial para liberar la BMP, además de los problemas de histocompatibilidad y transmisión de enfermedades ya descritos (Johnson y Hulse, 2004).

Adicionalmente en defectos femorales caninos también se demostró que los autoinjertos cicatrizan un poco más rápido que los aloinjertos y en toda su extensión, mientras que el aloinjerto solo desarrolla hueso nuevo solo en los extremos (Touminen y col., 2000; Johnson y Stein, 1988).

Los autoinjertos muestran mejor unión y mayor resistencia a la torsión que los aloinjertos. (Touminen y col., 2000; Delloye y col., 1992).

Los aloinjertos corticales masivos pueden tener una prolongada fase de inflamación inmunomediada y son incorporados más lentamente que los autoinjertos corticales o que los cancelosos (Strong y col., 1996; Stevenson y col., 1992).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Dieciocho caninos de diferente raza, peso, sexo y edad (tabla1) fueron ingresados al Hospital de la Facultad de Veterinaria con fractura de fémur e intervenidos quirúrgicamente.

Tabla 1.

N°	Raza	Peso	Sexo	Edad
1	Cruza	5 kg	Hembra	4 meses
2	Ovejero	10 kg	Macho	4 meses
3	Cruza	10 kg	Macho	4 meses
4	Cruza	10 kg	Macho	5 meses
5	Cruza	15 kg	Hembra	6 meses
6	Cruza	15 kg	Hembra	6 meses
7	Cruza	10 kg	Macho	7 meses
8	Cruza	12 kg	Macho	1 año
9	Cruza	10 kg	Hembra	1 año
10	Cruza	20 kg	Macho	2 años
11	Cruza	10 kg	Hembra	2 años
12	Cruza	15 kg	Macho	2 años
13	Cruza	40 kg	Macho	3 años
14	Cimarrón	30 kg	Hembra	4 años
15	Cruza	15 kg	Macho	4 años
16	Cruza	20 kg	Macho	4 años
17	Rotweiler	40 kg	Macho	5 años
18	Cruza	10 kg	Hembra	8 años

Se realizó tricorrexis del miembro fracturado desde 2 centímetros por encima del trocanter mayor del fémur hasta la articulación interfalángica proximal, y la zona se preparó para cirugía aséptica. Para la anestesia se utilizó Acepromacina al 1% como preanestésico a una dosis de 0,04 miligramos por kilo de peso vivo (mg/kg PV) por vía intramuscular 20 minutos antes de la intervención. Una vez en el quirófano se procedió a la inducción con Tiopental sódico al 2,5% a una dosis máxima de 25 mg/kg PV por vía endovenosa. La anestesia se mantuvo con Ketamina al 5% y Diazepam al 0,5% a una dosis de 5 mg/kg PV y 0,5 mg/kg PV respectivamente por vía endovenosa.

El V hueso metatarsiano ipsilateral al fémur fracturado fue abordado por su cara lateral. Se realizó una incisión en la piel desde la zona que corresponde a la articulación tarso-metatarsiana hasta la articulación metatarso-falangiana, se divulsionó el tejido subcutáneo, el tendón del extensor digital lateral y el músculo interóseo V, quedando expuesto el cuerpo del V hueso metatarsiano se procedió a la ostectomía con una sierra manual. De esta manera se obtuvo el injerto, el cual fue preservado en solución salina fría al 0,9 %. Por último el tejido subcutáneo fue suturado con surgete continuo simple con material reabsorbible N° 2-0 (Poliglactina) y la piel con puntos en "U" horizontal con material no absorbible N° 0 (Nylon trenzado).

Para el abordaje del fémur se realizó una incisión en piel a lo largo del borde craneolateral del cuerpo del hueso con una leve convexidad hacia craneal desde el nivel del trocánter mayor al nivel de la patela. La grasa subcutánea y la fascia superficial se incidieron directamente sobre la incisión de la piel. Los márgenes de la piel se disecaron y retrajeron y la capa superficial de la fascia lata se incidió a lo largo del borde craneal del músculo bíceps femoral. Esta incisión se extendió a todo lo largo de la incisión de la piel. La retracción caudal del músculo bíceps femoral reveló el foco de fractura, una vez expuesto el mismo se colocó un clavo Steinmann de doble punta trocar de diámetro adecuado (1,6 a 2,5 mm) dentro del canal medular del V hueso metatarsiano. Luego de realizada esta maniobra ese mismo clavo se introdujo en forma retrógrada en el canal medular del cabo proximal del fémur. Posteriormente se pasó el clavo intramedular por el cabo distal del fémur hasta impactar en la epífisis distal de éste y así lograr la reducción de la fractura. Debido al diámetro y forma del V hueso metatarsiano, éste quedó impactado en el canal medular del fémur.

A continuación se procedió a la colocación de la fijación esquelética externa tipo Kirschner- Emher Ia asociado a una configuración en enlace. Dependiendo del caso se utilizaron de uno a dos clavos por cabo de fractura. Estos se unieron por medio de una barra conectora y se fijaron con metilmetacrilato.

Todos los animales recibieron antibioticoterapia durante los 10 días posteriores a la cirugía. Para esto se utilizó amoxicilina más ácido clavulánico a una dosis de 22 mg/kg PV cada 12 horas por vía oral. La herida quirúrgica fue higienizada con agua oxigenada 10 volúmenes seguida de iodo povidona 1% durante los 10 primeros días postcirugía. Pasado este período se removieron los puntos de la piel.

Los 18 pacientes recibieron el injerto, en uno solamente se utilizó el V hueso metatarsiano sin otro tipo de fijación complementaria, en otros cinco casos se utilizó además la fijación interna y el resto de los pacientes recibieron fijación esquelética interna y externa.

En diferentes momentos del postoperatorio se realizaron radiografías las cuales fueron evaluadas por el grupo de radiología del Hospital de la Facultad de Veterinaria.

La fijación esquelética interna y externa fue removida entre las 6 y 8 semanas postcirugía una vez reparada la solución de continuidad ósea.

## **RESULTADOS**

A la primera semana del postoperatorio las heridas quirúrgicas del fémur y del V hueso metatarsiano cicatrizaron completamente, aunque en las zonas donde los clavos de fijación esquelética externa e interna atravesaban la piel, se podía observar un exudado serosanguinolento. No se observaron signos de inflamación y/o infección en el sitio receptor. Ninguno de los pacientes mostró apoyo del miembro intervenido. Radiológicamente se evidenció la delimitación del V hueso metatarsiano.

A los 15 días clínicamente no se manifestó ningún cambio en relación a la primera semana; radiológicamente no se observó la silueta del V hueso metatarsiano y se apreció un aumento en la radiodensidad en la interfase huésped-injerto. En la semana posterior a la extracción de los dispositivos de fijación cesó el exudado serosanguinolento que se exhibía en la salida de los clavos. Entre las 6 y 12 semanas los pacientes apoyaron el miembro y su marcha era normal, no viéndose afectados por la ostectomía del V hueso metatarsiano. Dos pacientes se refracturaron, uno debido a la extracción prematura de los dispositivos de fijación y el segundo por debilidad del dispositivo a causa de un traumatismo. Otro paciente presentó contractura del músculo cuádriceps.

## DISCUSIÓN

Touminen y col. (2000) concluyen que el autoinjerto se incorpora más rápidamente y más completamente que los aloinjertos, lo que nos llevó a optar por un autoinjerto. Dentro de éstos contamos las costillas y el ala ilíaca cuyo acceso es complejo, sin embargo el fácil abordaje quirúrgico del V hueso metatarsiano, el permitir su extracción en una misma posición del paciente, el presentar una forma que no necesita un premoldeado sino que puede colocarse directamente dentro del canal medular y la baja morbilidad en el sitio donante lo hicieron un hueso interesante a tener en cuenta como autoinjerto.

Según Kerry y col. (1999), desde el punto de vista clínico, el éxito del injerto óseo es definido como el tiempo cuando la interfase huésped-injerto es unida y el hueso injerto-huésped tolera el peso sin fractura o dolor. Los resultados de nuestro estudio concuerdan con dicha definición.

Ya que nuestro injerto es de tipo cortico-canceloso cumple con lo informado por Fitch y col. (1997) quienes informan que éstos cumplen con las funciones de osteogénesis, osteoconducción, osteoinducción y soporte mecánico, características importantes al momento de la cicatrización ósea.

Budsberg (1996) afirma que la mayor parte de las fuerzas transmitidas por la región metatarsiana transcurren por el III y IV hueso metatarsiano, característica por la cual los pacientes apoyaron sin dificultad el miembro una vez retirado los dispositivos de fijación.

Enneking y col. (1975) y Burwell (1969) en relación a la resorción del hueso cortical, a las 2 semanas de efectuado el injerto, pudieron ver que era bastante superior a la del hueso normal, aumentando hasta la sexta semana y decreciendo gradualmente, hasta niveles normales, al cabo de 1 año; esto puede explicar el aumento de radiodensidad observado en las radiografías tomadas al cabo de 15 días postcirugía.

Al no observarse ningún trayecto fistuloso desde la zona huésped-injerto y al no apreciar en las radiografías reacciones de osteólisis, se puede afirmar la ausencia de rechazo.

De los pacientes refracturados se puede concluir que esto sucedió por falta de cuidados que llevaron a un debilitamiento del dispositivo de fijación, ya que estos no llegaron a cumplir el tiempo mínimo de 6 a 12 semanas necesario para la cicatrización.

Johnon y Hulse (2004) aseveran que la contractura del cuádriceps se debe a una estabilización fracturaria inadecuada, un excesivo traumatismo tisular durante la cirugía o una inmovilización prolongada del miembro con la rodilla en extensión, lo cual descarta al V hueso metatarsiano como el causa de esta patología.

## **CONCLUSIONES**

Debido a los excelentes resultados clínicos y radiológicos obtenidos en el postoperatorio, a la baja incidencia de complicaciones observadas y el hecho de la fácil recolección del V hueso metatarsiano concluimos que es una excelente alternativa como autoinjerto.

Su colocación requiere una técnica quirúrgica simple, rápida y efectiva. Es una buena alternativa cuando existen defectos óseos importantes en el fémur.

Adicionalmente, dado a que en nuestro medio no existe un banco de injertos óseos, el V hueso metatarsiano resulta un medio económico y accesible para la obtención de autoinjertos óseos en caninos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Berggren A; Weiland AJ; Ostrup L (1982) Bone scintigraphy in evaluating the viality of composite bone grafts revascularized by microvascular anastomoses, conventional autogenous bone grafts, and free non-revascularized periosteal grafts. *J Bone Joint Surg*; 64A:799-807.

Bostrom MP; Camacho NP (1998) Potencial role of bone morphogenetic proteins in fracture healing. En: Brighton CT. *Clinical orthopaedics and related research*, Philadelphia, Lippincott, Williams y Wilkins, pp 274-282.

Budsberg SC (1996) Trastornos ortopédicos de la porción distal de las extremidades. En: Birchard y Sherding. *Manual clinico de pequeñas especies*

Burchardt H (1987) Biology of the bone graft repair. *Clin Orthop*; 174:28-31.

Burchardt H (1983) The biology of the bone graft repair. *Clin Orthop*; 174:28-33.

Burwell RG (1969) The fate of bone grafts. En: Apley. *Recent advances in orthopaedics*, Baltimore, Williams & Wilkins, pp 115-207.

Centrella M (1987) Transforming Growth factor  $\beta$  is a bifunctional regulator of replication and collagen synthesis in osteoblast enriched cell cultures from fetal rat bone. *J Biol Chem*; 262:2869-2874.

Chase SW; Herndon CH (1955) The fate of autogenous and homogenous bone grafts: A historical review. *J Bone Joint Surg*; 37A:809-841.

Deboer HH (1988) The history of bone grafts. *Clin Orthop*; 226:292-299.

Del Carlo RJ; Iamaguti P; Susko I; Vulcano LC (1994) Cranioplastia por interposição de auto-enxerto costal em caes. I Aspectos cirurgicos. *Arq Bras Med Vet Zoot*; 46:223-233.

Del Carlo RJ; Iamaguti P; Sequeira JL; Susto I (1994) Cranioplastia por interposição de auto-enxerto costal em caes. II Aspectos macro e microscopicos. *Arq Bras Med Vet Zoot*; 46: 234-243.

Delloye C; Verhelpen M; D° Hemricourt J; Govaerts B; Bourgois R (1992) Morphometric and phisical investigations of segmental cortical bone autografts and allografts in canine ulnar defects. *Clin Orthop*; 282:273-292.

- Enneking WF; Burchardt H; Puhl JJ (1975) Physical and biological aspects of repair in dog cortical bone transplants. *J Bone Joint Surg*; 57A:232-251.
- Fitch R; Kerwin S; Newman-Gage H; Sinibaldi KR (1997) Bone autografts and allografts in dogs. *Compend Cont Educ Pract Vet*; 1:558-575.
- Gambardella PC (1979) Bone grafts in small animal orthopaedics: a review. *Compend Contin Educ Pract Vet*; 1:596-610.
- Gowen M; Murdy GR (1986) Action of recombinant interleukin 1, interleukin 2 and interferon on bone resorption in vitro. *J Immunol*; 136:2478-2482.
- Gowen M (1985) Stimulation of the proliferation of human bone cells in vitro by human monocyte products with IL-1 activity. *J Clin Invest*; 75:1223-1229.
- Gray JC; Elves MW (1981) osteogenesis in bone grafts after short term storage and topical antibiotic treatment. *J Bone Joint Surg Br*; 63:441-445.
- Johnson AL; Hulse DA (2004) Injertos óseos. En: Fossum TW. *Cirugía en Pequeños animales*. 2° ed., Bs As, Intermedica, pp. 956-963.
- Johnson AL; Stein LE (1988) Morphologic comparison of healing patterns in ethylene oxide-sterilized cortical allografts an untreated cortical autografts in the dog. *Am J Vet Res*; 49:101-105.
- Junqueira RJ; lamaguti P; Branco MD, Susko I (1994) Cranioplastia por interposição de auto-enxerto costal em caes. III Aspectos da enxertia óssea. *Arq Bras Med Vet Zoot*; 46:244-252.
- Kerry RB; Masri BA; Gurbuz DS; Czitrom A; Duncan CP (1999) *AAOS*; 48:645-652.
- Kushner A (1940) Evaluation of wolff's law of bone formation. *J Bone Joint Surg*; 22:589-600.
- Macewen W (1881) Observation concerning trasplantation of bone. Illustrated by a case of a interhuman osseous transplantation whereby over two thirds of the shaft of humerus was restored. *Proc R Soc London*; 32:232-247.
- Mc Laughlin MR; Roush KJ (2000) Injertos oseos. *Selecciones Veterinarias*; 8:420-422.
- Millis DL; Martinez SA (2002) Bone grafs. En : Slatter D. *Textbook of small animal surgery*. 3° ed., Philadelphia, Saunders, pp. 1875-1891.



Nemeth GG (1988) Growth factors and their role in wound and fracture healing. En: Liss AR. Growth factors and other aspects of wound healing: biological and clinical implications. New York, Barbul, pp. 1-17.

Olds RB (1981) Bone grafting. En: Borjab M. Pathophysiology in small animal surgery. Philadelphia, Lea & Febiger, pp. 810-822.

Phillips JH; Rahn BA (1988) Fixation effects on membranous and endochondrial onlay bone graft resorption. *Plast Reconstr Surg*; 82:872-878.

Phillips L; Parker RB; Bloomberg MS (1988) Cortical bone allografts. *Compend Cont Educ*; 10:1167-1175.

Ray RD (1972) Vascularization of bone grafts and implants. *Clin Orthop Rel Res*; 87:43-46.

Sinibaldi KR (2004) Principios y técnicas de injertación ósea. En: Bojrab MJ. Técnicas actuales de cirugía en pequeños animales. 4° ed., Bs As, Intermedica, pp. 837-841.

Stevenson S (1999) Biology of bone grafts. *Orthop Clin North Am*; 30:543-550.

Stevenson S (1998) Enhancement of fracture healing with autogenic and allogenic bone grafts. *Clin Orthop*; 355:5239-5247.

Stevenson S (1993) Injerto óseo. En: Slatter DH. Texto de cirugía de los pequeños animales. 2° ed., Barcelona, Salvat, pp. 2120-2134.

Stevenson S; Quina Li X; Martin B (1992) The rate of cancellous and cortical bone after transplantation of fresh and frozen tissue-matched osteochondral allografts in dogs. *J Bone Joint Surg*; 21:293-298.

Strong D; Friedlaender G; Tomford W (1996) Immunologic responses in human recipients of osseous and osteochondral allografts. *Clin Orthop*; 326:107-114.

Tashjian AH (1982) PDGF stimulates bone resorption via PG mediated mechanism. *Endocrinology*; 111:118-124.

Thompson BM (1986) Osteoblast mediate IL-1 stimulation of bone resorption by rat osteoblasts. *J Exp Med*; 164:104-112.

Touminen T; Jamsa T; Tuukkanen J; Sam Lindholm T; Jalovaara P (2000) *J Musc Res*; 1:55-62.

Triffitt JT (1987) Initiation and enhancement of bone formation: a review. *Acta Orthop Scand*; 58:673-684.

Urist MR (1980) Bone transplantation. En: Urist MR. Fundamental and clinical bone physiology. Philadelphia, Lippincott, pp. 331-368.

Walker RG (1966) Ribs grafts in the repair of cominuted fractures in the dog. Vet Res; 79:350-353.

Weigel JP (1996) Injertos óseos. En: Bojrab MJ. Fisiopatología y clínica quirúrgica en animales pequeños. 2°ed., Bs As, Intermedica, pp. 698-705.

Zunino (1994) Enxertos e transplantes ósseos osteoderivados. En: Mendoza; Mendonça y Laurino. Patología ossea: Fundamentos. BYK, São Paulo, pp. 119-128.